

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
3. April 2003 (03.04.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/027445 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **F01D 5/22**, 11/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/IB02/03862

(22) Internationales Anmeldedatum:

19. September 2002 (19.09.2002)

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

1766/01 25. September 2001 (25.09.2001) CH

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **ALSTOM (SWITZERLAND) LTD** [CH/CH];  
Brown Boveri Strasse 7, CH-5401 Baden (CH).

[CH/CH]; Schmitteneggasse 12, CH-8112 Otelfingen (CH).  
**OEHL, Markus** [DE/DE]; Im Klingnauer 61, 79761  
Waldshut-Tiengen (DE). **RATHMANN, Ulrich** [DE/CH];  
Sonnemattstrasse 1, CH-5400 Baden (CH).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **ALSTOM (SWITZER-  
LAND) LTD**; CHSP Intellectual Property, Brown Boveri  
Str. 7/699/5, CH-5401 Baden (CH).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,  
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,  
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,  
MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU,  
SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,  
US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(72) Erfinder; und

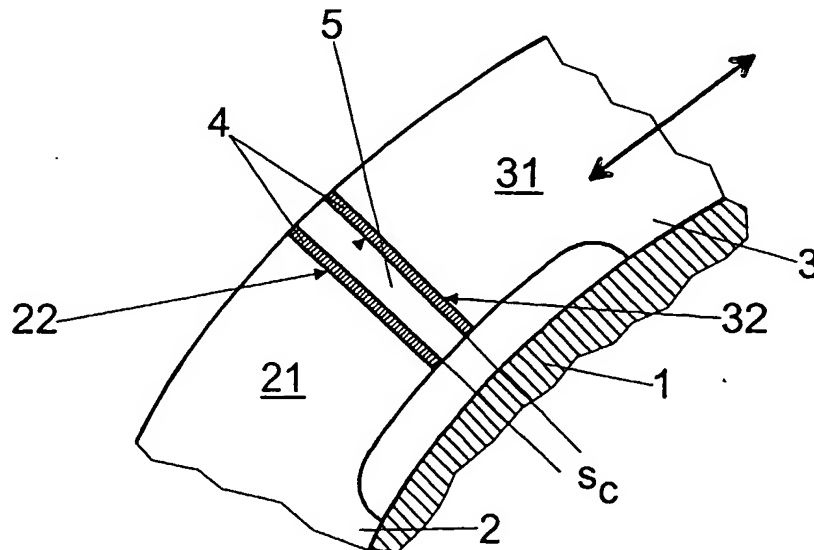
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KREIS, Erhard**

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH,  
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **JOINT SYSTEM FOR REDUCING A SEALING SPACE IN A ROTARY GAS TURBINE**

(54) Bezeichnung: **DICHTUNGSANORDNUNG ZUR DICHTSPALTREDUZIERUNG INNERHALB EINER STRÖMUNGS-  
ROTATIONSMASCHINE**



(57) Abstract: The invention concerns a joint system for reducing a sealing space in a rotary gas turbine, preferably an axial gas turbine, comprising mobile blades and guide blades respectively arranged in rows and provided with roots (2, 3) projecting in fixing contours inside said rows. The inventive joint system is characterized in that a joint element (4) made of plastically deformable material is arranged between at least two adjacent roots (2, 3) along one row, or between a root (2, 3) of a mobile or guide blade and a component of the rotary gas turbine, immediately adjacent to the root.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 03/027445 A1



eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

**(57) Zusammenfassung:** Beschrieben wird eine Dichtungsanordnung zur Dichtspaltreduzierung innerhalb einer Strömungsrotationsmaschine, vorzugsweise einer axialen Turbomaschine, mit Lauf- und Leitschaufeln, die jeweils in wenigstens einer Lauf- und Leitschaufelreihe angeordnet sind und jeweils über Schaufelfüße (2, 3) verfügen, die in Befestigungskonturen innerhalb der Lauf- und Leitschaufelreihen hineinragen. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass zwischen wenigstens zwei benachbarten Schaufelfüßen (2, 3) längs einer Lauf- oder Leitschaufelreihe oder zwischen einem Schaufelfuss (2, 3) einer Lauf- oder Leitschaufel und einer unmittelbar an den Schaufelfuss angrenzenden Komponente der Strömungsrotationsmaschine ein Dichtelement (4) aus plastisch verformbarem Material vorgesehen ist.

## Dichtungsanordnung zur Dichtspaltreduzierung innerhalb einer Strömungsrotationsmaschine

### Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf eine Dichtungsanordnung zur Dichtspaltreduzierung innerhalb einer Strömungsrotationsmaschine, vorzugsweise einer axialen Turbomaschine, mit Lauf- und Leitschaufeln, die jeweils in wenigstens einer Lauf- und Leitschaufelreihe angeordnet sind und Schaufelfüße aufweisen, die in Befestigungskonturen innerhalb der Lauf- und Leitschaufelreihen zur Befestigung hineinragen.

### Stand der Technik

Gattungsgemäße Dichtungsanordnungen sind hinreichend bekannt und dienen einer weitgehend gasdichten Verbindung zwischen zwei fest, längs in einer Schaufelreihe nebeneinander angeordneten Lauf- bzw. Leitschaufeln, die in Turborotationsmaschinen zur Verdichtung bzw. Entspannung gasförmiger Medien eingesetzt werden, je nachdem ob es sich um eine Verdichter- oder eine Gasturbineneinheit handelt. Lauf- und Leitschaufeln grenzen in aller Regel über unmittelbar am Schaufelfussbereich angeordnete Deckbänder zusammen, die den Heissgasbereich oder den Bereich des Arbeitsmediums von einem zu kühlenden Anlagenbereich, sei es die Rotoranordnung oder Gehäusebereiche der Turborotationsmaschine, abtrennen. Auch können Zwischenstücke als Distanzelemente zwischen zwei Schaufelfüßen längs einer Schaufelreihe eingebracht sein, die ebenfalls über entsprechende Seitenflanken mit den Deckbändern der Schaufelfüße aneinandergrenzen. Eben jene Stossflächen aneinandergrenzender Deckbänder zweier benachbarter Schaufelfüße bzw. Schaufelfüße und Distanzelemente gilt es zur Vermeidung von Leckageströmungen gegeneinander möglichst wirkungsvoll abzudichten. Der Einfachheit halber ist im Weiteren vom

Aneinandergrenzen der Schaufelfüße und den damit verbundenen Dichtspalten die Rede, worunter jedoch die vorstehenden Zusammenhänge gemeint sind.

Aus der EP 0 501 700 A1 geht hierzu eine Turbinenleitschaufelkonstruktion hervor, deren Leitschaufelfuß sowie Kopfband mittels Federdichtelementen 52, 54 (s. hierzu die Figur 3 der Druckschrift) gegen entsprechende Konturen der Gehäusekomponenten fixiert werden. Der Nachteil von mit Federelementen versehenen Dichtungen besteht u.a. darin, daß nicht ausgeschlossen werden kann, daß das Federmaterial aufgrund der überaus hohen Materialbeanspruchungen hinsichtlich der in Gasturbinen vorherrschenden Temperatur- und Druckbedingungen, sehr rasch ermüden, so daß sie ihre Federkraft und damit ihre Dichtfunktion verlieren.

Ferner geht aus der DE 195 20 268 A1 eine Flächendichtung hervor, die zwei Dichtflächen aufweist, die jeweils eine elastische Wellfläche einschließen. Im Ausführungsbeispiel gemäß der Figur 5 der angegebenen Druckschrift erstreckt sich die zu einem U geformte Flächendichtung 11 entlang der Innenkontur eines hammerkopfförmig ausgebildeten Leitschaufelfußes und dient der Abdichtung von Kühlluft, die in die Leitschaufel eingeblasen wird sowie zum Schutz des Leitschaufelfußes vor heißen Gasen. Die in unterschiedlichen Flächenformen auszubildende Dichtungsanordnung benötigt jedoch ebene, abzudichtende Konturflächen, an denen sie flächig aufliegen können. Handelt es sich um die Abdichtung von Zwischenspalt, die von gekrümmten Oberflächen eingeschlossen sind, so stößt die bekannte Dichtungsanordnung an ihre Grenzen.

In der DE 33 03 482 A1 ist eine Rotorbaugruppe beschrieben, innerhalb der die Laufschaufeln über ihre jeweiligen Deckbänder bzw. Plattformen aneinander grenzen. Um Leckage-Ströme zwischen verbleibenden Zwischenspalt, die sich zwischen den aneinandergrenzenden Laufschaufelplattformen einstellen, weitgehend vollständig abzudichten, wird vorgeschlagen Silikonkautschukstreifen vorzusehen, die an der Unterseite der Laufschaufelplattformen angebracht werden, um den Zwischenspalt zumindest an der Unterseite der aneinandergrenzenden

Laufschaufelplattformen abzudichten. Hierzu wird der Silikonkautschukstreifen an der Unterseite einer Laufschaufelplattform verklebt und überlappt dabei die Oberfläche der benachbarten Laufschaufel. Durch die Klebung sowie durch die durch Rotation auf den Silikonkautschukstreifen einwirkende Fliehkraft kann der Zwischenspalt zwischen den benachbarten Laufschaufelplattformen weitgehend abgedichtet werden. Nachteilhaft bei der Verwendung von Silikondichtungen ist ihre nur begrenzte Temperaturbeständigkeit, durch die ihr Einsatz in Hochleistungsgasturbinen, in denen Temperaturen von bis zu 1200 °C vorherrschen, fragwürdig erscheint.

Die vorstehend zum Stand der Technik aufgezeigten Beispiele zur Reduzierung des Dichtspaltes zwischen zwei längs einer Laufschaufelreihe angeordneter Lauf- oder Leitschaufeln machen deutlich, dass trotz der Vielzahl bekannter Lösungskonzepte dennoch Unzulänglichkeiten bei der Umfangsspaltreduzierung in Schaufelreihen verbleiben. Die hierbei auftretenden Schwierigkeiten sind mit den überaus hohen Betriebstemperaturen, insbesondere beim Betrieb von Gasturbinenanlagen, verbunden, durch die an sich bekannte Dichthilfen zur Reduzierung der einzelnen Dichtspalte erheblich in Mitleidenschaft gezogen werden können und schliesslich ihre anfängliche Dichtfunktion verlieren.

Weitere Schwierigkeiten entstehen zudem auch dadurch, dass die unterschiedlichen thermischen Ausdehnungseigenschaften der einzelnen Anlagenkomponenten, insbesondere das der Lauf- und Leitschaufeln in ihren Schaufelfußbereichen, sehr stark von den aktuell vorherrschenden Temperaturen abhängen. Werden beispielsweise zwei innerhalb einer Schaufelreihe benachbart angeordnete Schaufelfüße im „kalten“ Zustand mit einem minimal kleinen Dichtspalt aneinander gepresst und in dieser Stellung fixiert, so treten im Nennlastbetrieb der Strömungsrotationsmaschine durch thermisch bedingte Materialausdehnungen derart hohe Druckkräfte in Umfangsrichtung der Schaufelreihe zwischen benachbarten Schaufelfüßen auf, die im Fügebereich zwischen jedem einzelnen Schaufelfuss und der jeweiligen Befestigungsnut zu Strukturüberlastungen führen

können, die ursächlich für eine vorzeitige Materialermüdung und letztlich für einen Totalverlust einer Schaufel sein können.

Wird der Zwischenspalt zwischen zwei benachbarten Schaufelfüßen im Kaltzustand hingegen zu groß gewählt, so sind trotz thermisch bedingten Materialausdehnungen im Nennbetriebszustand der Strömungsrotationsmaschine, bspw. einer Gasturbinenanlage, große Zwischenspalte vorhanden, durch die Leckageströme in beträchtlichen Mengen hindurchtreten und somit merkliche Leistungsverluste verursachen.

Die vorstehend geschilderten Zusammenhänge machen deutlich, dass für das Erreichen eines möglichst optimalen minimalen Dichtspaltes zwischen zwei benachbarten Schaufelfüßen längs einer Schaufelreihe Dichtspalte im kalten Zustand vorzusehen sind, deren Bemessungen höchst präzise mit sehr engen Toleranzgrenzen einzustellen sind, um im Warmzustand einen gewünschten minimalen Dichtspalt zu erhalten. Dies ist jedoch aufgrund der technischen Gegebenheiten und der nicht exakt vorausbestimmbaren thermischen Ausdehnungseigenschaften der einzelnen Komponenten in der gewünschten Weise nicht realisierbar. Überdies tragen Oxidationserscheinungen an den Flanken bzw. Kanten der Schaufelfüße während des Betriebes dazu bei, dass ursprünglich als optimal bemessene Dichtspaltabstände im kalten Zustand erhebliche Abweichungen erfahren, wodurch es zu unerwünschten Veränderungen innerhalb des Dichtspalts kommt, die u.a. im Warmzustand zu sehr hohen Druckkräften zwischen zwei benachbarten Schaufelfüßen und somit zu Strukturüberlastungen, wie vorstehend erwähnt, führen können.

### **Darstellung der Erfindung**

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Dichtungsanordnung zur Dichtspaltreduzierung innerhalb einer Strömungsrotationsmaschine, vorzugsweise einer axialen Turbomaschine, mit Lauf- und Leitschaufeln, die jeweils in wenigstens einer Lauf- und Leitschaufelreihe angeordnet sind und jeweils über Schaufelfüße verfügen, die in Befestigungskonturen innerhalb der Lauf- und Leitschaufelreihen

hineinragen, derart weiterzubilden, dass sich während des heißen Betriebsverhaltens der Turbomaschine ein optimal minimaler Dichtspalt zwischen zwei benachbarten Schaufelfüßen ausbildet, der einerseits einen möglicherweise bestehenden Leckagestrom effektiv und optimal reduziert und andererseits keine Druckkräfte zwischen den Schaufelfüßen hervorruft, durch die die in Umfangsrichtung einer Schaufelreihe befestigten Schaufelfüße in schadhafter Weise beansprucht werden. Die Dichtungsanordnung soll überdies hochtemperatur- und oxidationsbeständig sein und somit eine lange Lebensdauer aufweisen.

Die Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe ist im Anspruch 1 angegeben. Den Erfindungsgedanken vorteilhaft weiterbildende Merkmale sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der Beschreibung unter Bezugnahme auf die Ausführungsbeispiele zu entnehmen.

Erfindungsgemäß ist eine Dichtungsanordnung gemäß des Oberbegriffes des Anspruches 1 derart ausgebildet, dass zwischen wenigstens zwei benachbarten Schaufelfüßen längs einer Lauf- oder Leitschaufelreihe oder zwischen einem Schaufelfuß einer Lauf- oder Leitschaufel und einer unmittelbar an den Schaufelfuß angrenzenden Komponente der Strömungsrotationsmaschine ein Dichtelement aus plastisch verformbarem Material vorgesehen ist.

Der Erfindung liegt die Idee zugrunde, im Gegensatz zu den bisher bekannten Lösungsansätzen, bei denen zwei benachbarte Schaufelfüße möglichst fest und innig miteinander verfügt sind, zwei benachbarte Schaufelfüße derart lose gegeneinander zu verfügen, so dass die Schaufelfüße auch im Warmzustand keinen Druckkräften ausgesetzt sind, die zu mechanischen Verspannungen in den Schaufelfüßen führen, aber dennoch einen möglichst minimalen Dichtspalt miteinander einschließen.

Dies ist erfindungsgemäß durch die Verwendung eines plastisch leicht verformbaren Materials realisierbar, das gezielt zwischen zwei benachbarte Schaufelfüße eingebracht ist und vorzugsweise eine Materialdicke aufweist, die derart bemessen

ist, dass beide Schaufelfüße im Kaltzustand durch einen Kaltspalt in üblicher, fertiger Größenordnung von etwa 1/100 mm bis 5 mm voneinander beabstandet sind. Da die einzelnen Schaufelfüße innerhalb der Befestigungskontur längs der Schaufelreihe in Umfangsrichtung fixiert sind, reduziert sich jeweils der zwischen zwei benachbarten Schaufelfüßen eingeschlossene Dichtspalt während des Betriebes der Turbomaschine, vorzugsweise Gasturbinenmaschine, aufgrund der sich einstellenden hohen Betriebstemperaturen und den dadurch initiierten thermischen Materialausdehnungen innerhalb der Schaufelfüße. Bedingt durch die Materialausdehnung bewegen sich die Seitenflanken der Schaufelfüße aufeinander zu, kommen in Kontakt und vermögen aufgrund weiterer Ausdehnung das zwischen beiden Schaufelfüßen eingebrachte Material plastisch zu verformen, sodass das Material zu einem gewissen Anteil regelrecht aus dem Dichtspalt „herausgequetscht“ wird und/oder einer lokalen Materialverdichtung unterliegt, je nach plastischen Verformungsverhalten des Materials. Auf diese Weise werden die von beiden sich gegenüberliegenden Schaufelfüßen ausgehenden Druckkräfte von dem plastisch verformbaren Dichtelement selbst aufgenommen und nicht auf den jeweils gegenüberliegenden Schaufelfuß übertragen. Durch die plastische Verformung des Dichtelementes stellt sich automatisch ein geringst möglicher Warmspalt ein unabhängig von aktuellen Betriebsbedingungen sowie ursprünglich vorgesehener Toleranzen in der Bemessung von Kalt-Dichtspalten sowie entsprechender Dichtelemente.

Neben der Dichtspaltreduzierung zwischen benachbarten Schaufelfüßen ist das plastisch verformbare Material auch zwischen Komponenten der Strömungsrotationsmaschine wie Distanzzwischenstücken längs einer Leit- oder Laufschaufelreihe oder Wärmestausegmenten, den sogenannten Heartshields, vorzusehen.

Als plastisch verformbare Materialien sind bevorzugt Sintermetalle, Metallschäume sowie poröse metallische Beschichtungsmaterialien verwendbar.



Sintermetalle, die in ursprünglicher Form als pulverförmiges Nickelaluminid, Eisenaluminid oder Kobaltaluminid vorliegen und vorzugsweise im Wege eines Flammsspritzverfahrens unter hohem Druck auf wenigstens eine zweier sich gegenüberliegenden Flanken eines Schaufelfußes aufbringbar sind, stellen bevorzugte oxidationsbeständige Dichtungsmaterialien dar.

Auch ist die Verwendung von Metallschäumen in Form von Nickel- oder Nickellegierungsschäumen, Kobalt oder Kobaltlegierungsschäumen sowie auch Aluminium oder Aluminiumlegierungsschäume denkbar, die beispielsweise im Wege eines Löt- oder Schweißprozesses auf die jeweilige Seitenflanke eines Schaufelfußes aufgebracht und mit dieser fest verfügbar ist.

Auch die Verwendung metallisch poröser Beschichtungen, wie beispielsweise das Vorsehen von sogenannten MCrAlY-Schichten, wobei M für ein Element der Gruppe bestehend aus Eisen-Kobalt-Nickel gewählt ist, eignet sich besonders gut als Dichtungsmaterial im vorstehend geschilderten Sinne. Derartige Materialverbindungen können ebenfalls im Wege des Flammsspritzens auf die Oberfläche einer Flanke eines Schaufelfußes aufgebracht werden. Je nach Wahl geeigneter Spritzparameter können unterschiedliche Porositäten gezielt eingestellt werden, wodurch der Grad der Plastizität nahezu beliebig einstellbar ist.

Grundsätzlich lassen sich jegliche oxidationsbeständige, plastisch verformbare Materialien zu dem vorstehend genannten Einsatzzweck verwenden, die mittels Flammsspritzens, galvanischen Abscheiden, Vakkumbeschichten, Plattieren oder unter Verwendung von Löt- und Schweißstechniken mit den Schaufelfüßen in geeigneter Weise verfügbar sind.

#### **Kurze Beschreibung der Erfindung**

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen exemplarisch beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1a, b     schematisierter Ausschnitt eines Querschnittes zweier sich gegenüberliegender innerer Deckbänder zweier Schaufelfüße,
- Fig. 2,3,4     alternative Ausbildungsformen,
- Fig. 5           schematisierte Draufsicht auf zwei in einer Leitschaufelreihe benachbart angeordneter Leitschaufeln mit Dichtelementen sowie
- Fig. 6           alternative Ausbildungsform.

#### **Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit**

In Fig. 1a ist eine Teilquerschnittsdarstellung durch zwei, längs einer Laufschaufelreihe, die sich in Umfangsrichtung (siehe Pfeil) auf einer Rotoranordnung 1 erstreckt, unmittelbar benachbart gegenüberliegende Deckbänder 21, 31 zweier Schaufelfüße 2, 3, die zur Befestigung in die Rotoranordnung 1 hineinragen, dargestellt.

Die Fig. 1a zeigt den Kaltzustand, d.h. den Zustand der Schaufelfüße 2, 3 vor Inbetriebnahme der Strömungsrotationsmaschine, die beispielsweise eine Verdichtereinheit oder eine Gasturbinenstufe darstellt. An den sich beiden, unmittelbar gegenüberliegenden Flanken 22, 32 der Deckbänder 21, 31 ist jeweils ein schichtförmiges, aus plastisch verformbaren Material bestehendes Dichtelement 4 vorgesehen, die gemeinsam einen Kaltspalt 5 mit einer Kaltspaltweite  $s_c$  miteinander einschließen. Die Kaltspaltweite  $s_c$  weist typischerweise einen Abstand zwischen 0,01 und 5 mm auf.

In Fig. 1b ist die gleiche Anordnung im Warmzustand dargestellt, d.h. nach bereits erfolgter thermischer Ausdehnung der sich beiden gegenüberliegenden Schaufelfüße 2, 3 mit den Deckbändern 21, 31. Beide Dichtelemente 4 sind

kraftbeaufschlagt gegeneinander verfügt und aufgrund der herrschenden Fügekräfte zumindest teilweise plastisch verformt, wodurch sich ihre effektive Materialdicke reduziert hat. An den Randbereichen beider plastisch verformter Schichten 4 gemäß Fig. 1 haben sich seitliche Überquetsungsbereiche 41 gebildet, die auch in einer Wiederrückführung in den Kaltzustand aufgrund der plastischen Verformung verbleiben.

Durch das erfindungsgemäße Vorsehen plastisch verformbaren Materials zwischen zwei sich unmittelbar aneinander grenzenden Schaufelfüßen, vorzugsweise zwischen den benachbarten Deckbändern 21, 31 der beiden Schaufelfüße 2, 3 bildet sich im Warmzustand ein optimaler minimaler Warmspalt 6 aus, der eine Spaltweite  $s_w$  aufweist, die im besten Fall nahe Null ist und auf alle Fälle wesentlich kleiner als der Kaltspalt  $s_c$ .

In Fig. 2 sind zwei konturierte Deckbandflanken zweier Leitschaufeln 7, 8 dargestellt, die einen Heißgasraum 9 innerhalb einer Gasturbinenanlage gegenüber einem nicht dargestellten Statorgehäuse abgrenzen. Auch in diesem Fall weist ein Teil der Deckbandflanke 81 ein Dichtelement 4 auf bestehend aus plastisch verformbarem Material, gegen das ein entsprechender Absatz des Deckbandes 7 gepresst wird und zugleich über einen Kühlkanal 72 gekühlt wird.

Eine entsprechende Anordnung sieht Fig. 3 vor, bei der sich beide Deckbänder 7, 8 über ein keilförmig ausgebildetes Dichtelement 4 aneinander fügen. Das größere Keilende 42 des keilförmig ausgebildeten Dichtelementes 4 ist zu Seiten des Heissgaskanals 9 orientiert.

Schließlich ist in der Fig. 4 eine weitere alternative Ausführungsform zweier sich gegenüber befindlicher Deckbänder 7, 8 dargestellt, bei denen sich zwei gegenüberliegende Flanken 71, 81 mit entsprechenden Dichtelementen 4 verfügt sind. Zusätzliche Kühlkanäle 72, 82 sorgen für eine entsprechende lokale Kühlung.

Schließlich geht aus Fig. 5 die Draufsicht auf zwei längs einer Leitschaufelreihe angeordneter Leitschaufeln 7, 8 mit zugehörigen Deckbändern, die sich längs der beiden Seitenkanten 73, 83 berühren. Die an beiden Seitenflanken 73 und 83 vorgesehenen Dichtelemente 4 sind dabei derart bemessen, dass sich ein möglichst gleichmäßiger minimaler Warmspalt einstellt. Erschwert wird dies durch die auftretende Verkipfung beider Leitschaufeln 7, 8 relativ zueinander, das jedoch durch geeignete Schichtdickenwahl bei den Dichtelementen berücksichtigt werden kann.

In Figur 6 ist eine weitere alternative Ausführungsform vergleichbar zu den Figuren 2 bis 4 dargestellt. Die Deckbandflanke der Leitschaufel 7 weist eine erhabene Nase 74 auf, die lokal in das ihr gegenüberliegende Dichtelement 4 gepresst wird, wodurch sich eine lokale, einfache plastische Deformation innerhalb des Dichtelementes 4 ergibt, durch die der Leckagestrom wirksam unterdrückt werden kann.

**Bezugszeichenliste**

1	Rotoranordnung
2, 3	Schaufelfuß
21, 31	Deckband
22, 32	Seitenflanken
4	Plastisch-verformbares Material, Dichtelement
41	Überquetschungsbereich
42	Keilende
5	Dichtspalt (Kaltspalt)
6	Dichtspalt (Warmspalt)
7, 8	Deckband
71, 81	Seitenflanken
72, 82	Kühlkanäle
73, 83	Seitenflanken
74	Dichtnase
9	Heissgaskanal

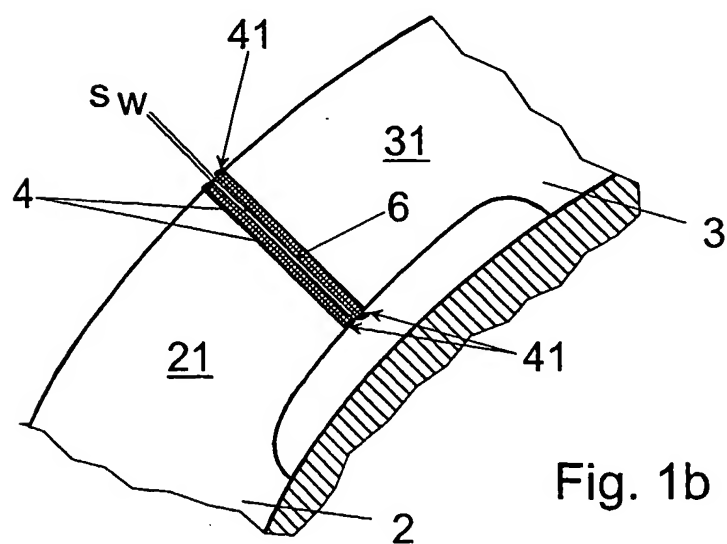
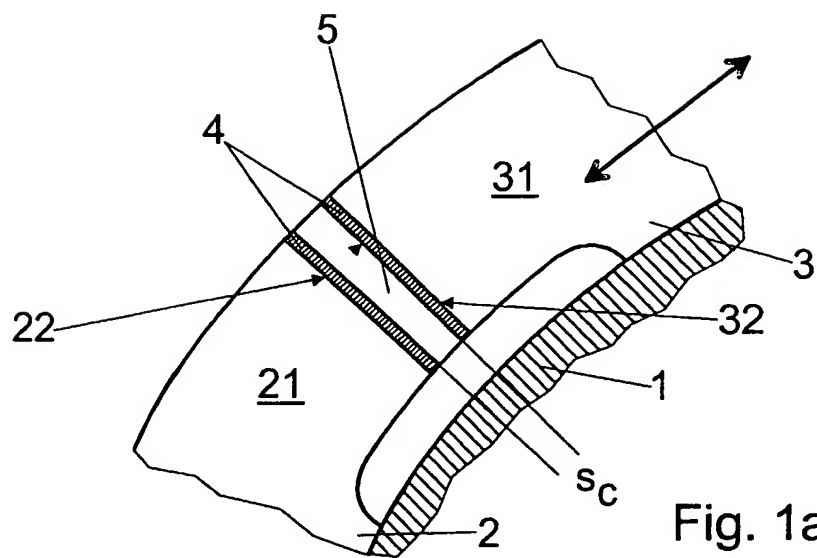
### Patentansprüche

1. Dichtungsanordnung zur Dichtspaltreduzierung innerhalb einer Strömungsrotationsmaschine, vorzugsweise einer axialen Turbomaschine, mit Lauf- und Leitschaufeln, die jeweils in wenigstens einer Lauf- und Leitschaufelreihe angeordnet sind und jeweils über Schaufelfüße (2, 3) verfügen, die in Befestigungskonturen innerhalb der Lauf- und Leitschaufelreihen hineinragen, dadurch **gekennzeichnet**, dass zwischen wenigstens zwei benachbarten Schaufelfüßen (2, 3) längs einer Lauf- oder Leitschaufelreihe oder zwischen einem Schaufelfuss (2, 3) einer Lauf- oder Leitschaufel und einer unmittelbar an den Schaufelfuss angrenzenden Komponente der Strömungsrotationsmaschine ein Dichtelement (4) aus plastisch verformbaren Material vorgesehen ist.
2. Dichtungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Dichtelement (4) wenigstens mit einem Schaufelfuß (2, 3) fest verbunden ist.
3. Dichtungsanordnung nach Anspruch 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Verbindung eine Löt- oder Klebverbindung ist.
4. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch **gekennzeichnet**, dass das Dichtelement (4) als Schichtmaterial an einem Schaufelfuss (2, 3) im Wege eines Abscheideprozesses angebracht ist, und dass das Dichtelement (4) und der Schaufelfuss (2, 3) eine metallurgische Verbindung eingehen.
5. Dichtungsanordnung nach Anspruch 4, dadurch **gekennzeichnet**, dass das als Schichtmaterial ausgebildete Dichtelement (4) durch Flamspritzen, galvanisches Abscheiden oder durch Plattieren auf den Schaufelfuss (2, 3) aufbringbar ist.

6. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, daß das plastisch verformbare Material (4) Sintermetall, ein Metallschaum oder eine poröse metallische Beschichtung ist.
7. Dichtungsanordnung nach Anspruch 6, dadurch **gekennzeichnet**, dass das Sintermetall eine homogene gebackene Verbindung aus NiAl, FeAl oder CoAl ist.
8. Dichtungsanordnung nach Anspruch 6, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Metallschaum ein Ni-, Co- und/oder Al-haltiger Metallschaum ist.
9. Dichtungsanordnung nach Anspruch 6, dadurch **gekennzeichnet**, dass die poröse metallische Beschichtung MCrAlY aufweist, mit M als ein Metall aus der Gruppe bestehend aus Ni, Co oder Fe.
10. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch **gekennzeichnet**, dass das Dichtelement (4) eine von der Oberfläche des Schaufelfusses (2, 3) erhabene Dicke aufweist, so dass zwei benachbarte Schaufelfüße (2, 3) im Kaltzustand einen Kaltspalt  $s_c$  und im Warmzustand, d.h. im Betrieb der Strömungsrotationsmaschine einen Warmspalt  $s_w$  miteinander einschließen, und dass gilt:
- $$s_w \ll s_c$$
11. Dichtungsanordnung nach Anspruch 11, dadurch **gekennzeichnet**, dass sich bei Überschreiten eines zwischen zwei Schaufelfüßen (2, 3) herrschenden Anpressdruckes im Warmzustand der Strömungsrotationsmaschine das Dichtelement (4) zur Bildung eines minimalen Warmspaltes plastisch verformt.

12. Dichtungsanordnung nach Anspruch 11,  
dadurch **gekennzeichnet**, dass die plastische Verformung des Dichtelementes (4)  
im wesentlichen lateral zur Ebene eines durch beide Schaufelfüsse (2, 3)  
eingeschlossenen Dichtspaltes (5, 6) erfolgt.
13. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12,  
dadurch **gekennzeichnet**, dass das Dichtelement (4) keilartig ausgebildet ist, und  
dass das dickere Keilende (42) den Schaufelblättern zugewandt zwischen den  
Schaufelfüssen (2, 3) orientiert ist.
14. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12,  
dadurch **gekennzeichnet**, dass die Schaufelfüsse (2, 3) eine gegenseitig  
ineinanderragende Kontur aufweisen, an der zumindest den Schaufelblättern  
zugewandten Konturteil das Dichtelement (4) vorgesehen ist.
15. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 14,  
dadurch **gekennzeichnet**, dass wenigstens ein Kühlkanal (72, 82) vorgesehen ist,  
der im Bereich des Dichtelementes (4) aus dem Schaufelfuss (2, 3) mündet.
16. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 15,  
dadurch **gekennzeichnet**, dass der Schaufelfuss (2, 3) jeweils ein Deckband (21,31)  
aufweist, über das jeweils zwei benachbarte Schaufelfüsse (2, 3)  
aneinandergrenzen, und  
dass wenigstens ein Dichtelement (4) zwischen zwei benachbarten Deckbändern  
(21, 31) vorgesehen ist.
17. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 16,  
dadurch **gekennzeichnet**, dass die an den Schaufelfuss (2, 3) angrenzende  
Komponente der Strömungsrotationsmaschine ein Zwischenstück, in Form eines  
Distanzstückes oder ein Wärmestausegment, ein sogenanntes Heatshield ist.







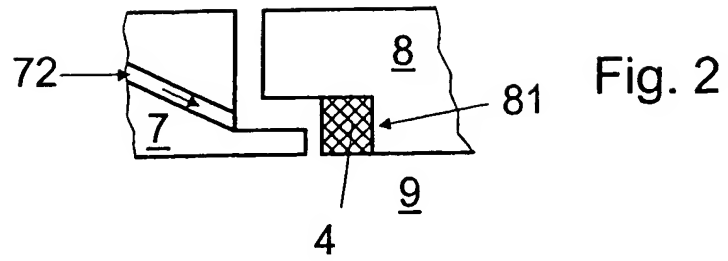


Fig. 2

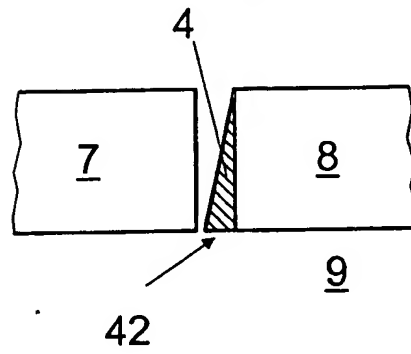


Fig. 3

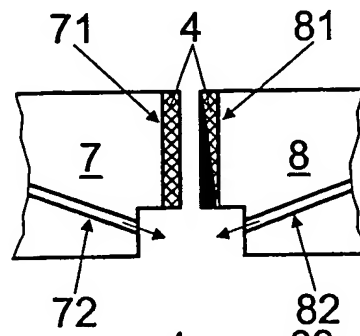


Fig. 4

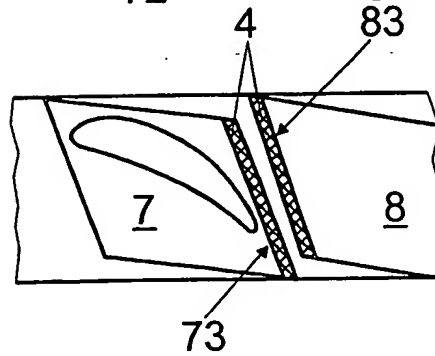


Fig. 5

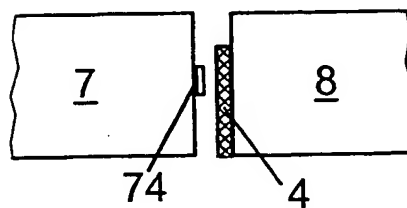


Fig. 6



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/IB 02/03862

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 F01D5/22 F01D11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 198 48 103 A (ASEA BROWN BOVERI) 20 April 2000 (2000-04-20)	1-3, 6, 7, 10-12, 14, 16
Y	column 2, line 16 - line 55; figures ----	4-6, 8
X	EP 1 076 157 A (ALSTOM POWER SCHWEIZ AG) 14 February 2001 (2001-02-14) figures 3, 4 ----	1-3, 10-12, 16
Y	DE 198 58 031 A (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND GMBH) 21 June 2000 (2000-06-21) the whole document -----	4-6, 8

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 October 2002

Date of mailing of the international search report

07/11/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Raspo, F

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/IB 02/03862

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19848103	A	20-04-2000	DE 19848103 A1	20-04-2000
			EP 0995881 A2	26-04-2000
			JP 2000120401 A	25-04-2000
			US 6312218 B1	06-11-2001
EP 1076157	A	14-02-2001	DE 19937577 A1	15-02-2001
			EP 1076157 A2	14-02-2001
			JP 2001050005 A	23-02-2001
DE 19858031	A	21-06-2000	DE 19858031 A1	21-06-2000
			EP 1013890 A2	28-06-2000

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/IB 02/03862

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 F01D5/22 F01D11/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F01D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EP0-Internal

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 198 48 103 A (ASEA BROWN BOVERI) 20. April 2000 (2000-04-20)	1-3, 6, 7, 10-12, 14, 16
Y	Spalte 2, Zeile 16 - Zeile 55; Abbildungen ---	4-6, 8
X	EP 1 076 157 A (ALSTOM POWER SCHWEIZ AG) 14. Februar 2001 (2001-02-14) Abbildungen 3, 4	1-3, 10-12, 16
Y	DE 198 58 031 A (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND GMBH) 21. Juni 2000 (2000-06-21) das ganze Dokument -----	4-6, 8

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

30. Oktober 2002

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

07/11/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Raspo, F

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

In tionales Aktenzeichen

PCT/IB 02/03862

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19848103 A	20-04-2000	DE 19848103 A1	20-04-2000
		EP 0995881 A2	26-04-2000
		JP 2000120401 A	25-04-2000
		US 6312218 B1	06-11-2001
EP 1076157 A	14-02-2001	DE 19937577 A1	15-02-2001
		EP 1076157 A2	14-02-2001
		JP 2001050005 A	23-02-2001
DE 19858031 A	21-06-2000	DE 19858031 A1	21-06-2000
		EP 1013890 A2	28-06-2000